Микросхемы для защиты литиевых аккумуляторов

Современные литиевые аккумуляторы и аккумуляторные батареи для питания сотовых телефонов и других портативных электронных приборов обладают высокими массогабаритными показателями и большой энергоемкостью, но наряду с этим очень чувствительны к нарушениям режимов зарядки и разрядки. Последствия таких нарушений, зачастую непреднамеренных, могут быть довольно тяжелыми — от существенной потери энергоемкости до полного выхода батареи из строя. Сравнительная стоимость литиевых аккумуляторов и батарей пока остается высокой.

Это вынуждает встраивать в батареи довольно сложное электронное устройство, следящее за правильностью ее эксплуатации и не допускающее выхода за предельно допустимый режим. Ниже описаны микросхемы, выпускаемые фирмой ON Semiconductor, которые предназначены для выполнения именно этих функций. Одна из серии NCP802 защитит единичный литиевый аккумулятор, а MC33351A обеспечит надежную работу батареи из трех таких аккумуляторов. Знакомство с их особенностями поможет не только правильно эксплуатировать аккумуляторы, но и восстановить работоспособность после неожиданного "отказа", связанного нередко всего лишь со срабатыванием встроенной системы защиты.

Микросхемы серии NCP802

Их выпускают в нескольких конструктивных модификациях: NCP802SN1T1 — в малогабаритном пластмассовом корпусе SOT-23-6 (**рис. 1**), а NCP802SAN1T1 и NCP802SAN5T1 — в пластмассовом корпусе SON-6 (**рис. 2**) еще меньших размеров. Если к обозначению добавлен индекс G, микросхема экологически безопасна (не содержит свинца). На корпус микросхем NCP802 нанесена лишь условная маркировка — буквы KN и код даты изготовления. Полное наименование со всеми индексами указано только в сопроводительной документации. Цоколевка микросхем представлена в **табл. 1**.

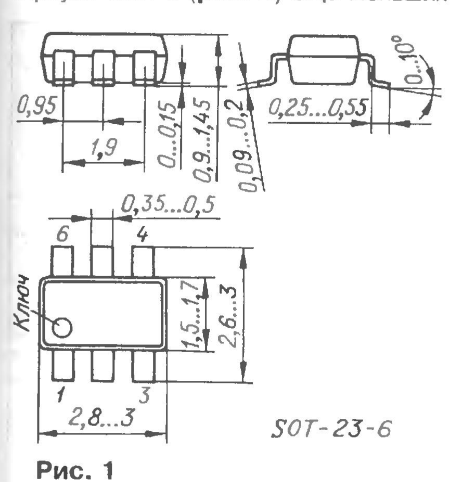


Рис. 1

Типовая схема подключения прибора к защищаемому литий-ионному аккумулятору показана на **рис. 3**. Цепь R2C1 — фильтр питания микросхемы DA1. Сопротивление резистора R2 не должно быть более 1 кОм, так как падение напряжения на нем может недопустимо увеличить пороги срабатывания узла защиты. Резисторы R1 и R2 ограничивают ток через микросхему при случайном подключении аккумулятора G1 к зарядному устройству, развивающему слишком большое напряжение, или в неправильной полярности. Чтобы в этих ситуациях не превысить допустимую для микросхемы рассеиваемую мощность, суммарное сопротивление этих резисторов должно быть не менее 1 кОм. Однако при сопротивлении резистора R1 более 30 кОм микросхема может не войти в режим зарядки при подключении к зарядному устройству ЗУ аккумулятора, разряженного до уровня ниже допустимого.

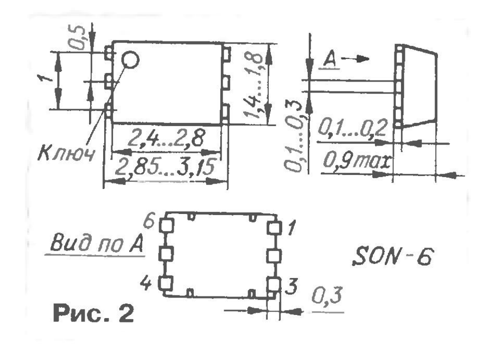


Рис. 2

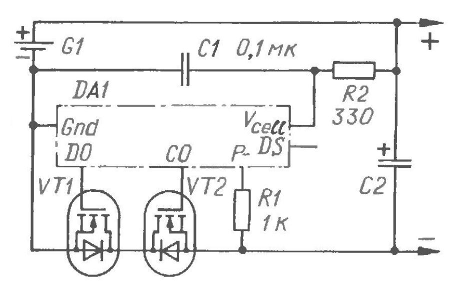


Рис. 3

Полевые транзисторы VT1 и VT2 включены последовательно в цепь зарядки/разрядки аккумулятора G1. В рабочем состоянии оба они открыты, а суммарное сопротивление их каналов служит датчиком тока, протекающего в этой цепи. Понизить при необходимости пороги срабатывания токовой защиты можно включением последовательно между выводами стока транзисторов дополнительного резистора, не показанного на схеме.

Если транзистор VT1 закрыт, разрядка аккумулятора G1 на внешнюю нагрузку невозможна. Однако зарядный ток может беспрепятственно протекать через встроенный в транзистор защитный диод, включенный в прямом для этого тока направлении. Аналогичным образом закрытый транзистор VT2 запрещает зарядку, оставляя возможной разрядку аккумулятора G1. Когда закрыты оба транзистора, аккумулятор полностью отключен от внешних цепей.

Защита от перезарядки

Если напряжение на выводе V_{cell} микросхемы увеличивается, то в момент превышения некоторого порогового значения U_1 она подает команду на закрывание транзистора VT2, устанавливая через резистор R1, соединенный с истоком транзистора VT2, на выводе CO низкий уровень напряжения, равный напряжению на выводе P-.

Микросхема вернется в состояние с высоким уровнем на выводе CO после того, как напряжение, поданное на вывод V_{cell}, уменьшится до значения, немного меньшего порогового. Выход из состояния с низким уровнем напряжения на выводе CO произойдет и после подключения к аккумулятору нагрузки, если вызванное ее током падение напряжения на внутреннем диоде транзистора VT2 — оно приложено к выводу P- — достигнет порогового уровня U_3 (о нем сказано ниже) или превысит его.

Таблица 1

Номер вывода для микросхемы		Обозначение	Функциональное назначение вывода
NCP802SN1T1	NCP802SAN1T1, NCP802SAN5T1		
1	1	DO	Выход разрядки — выход сигнала управления транзистором, коммутирующим цепь разрядки аккумулятора
2	6	P-	Минусовой вывод узла зарядки — между этим выводом и минусовым выводом зарядного устройства включают резистор — датчик тока
3	5	CO	Выход зарядки — выход сигнала управления транзистором, коммутирующим цепь зарядки аккумулятора
4	4	DS	Установка задержки — вывод управления временной задержкой
5	2	V_{cell}	Напряжение элемента — вывод, подключаемый к плюсовому выводу аккумулятора для контроля напряжения; плюсовой вывод питания
6	3	Gnd	Общий вывод микросхемы; минусовой вывод питания

По материалам сайта **http://www.onsemi.com**

E-mail: inform@radio.ru
тел. 207-88-18



Условия перехода микросхемы в состояние защиты или возвращения в исходное должны сохраняться в течение продолжительного времени, прежде чем этот переход произойдет — предусмотрена временная задержка.

Защита от чрезмерной разрядки

Когда напряжение на выводе V_{cell}, уменьшаясь, переходит установленный порог U_2, на выводе DO появится низкий уровень напряжения, что приведет к закрыванию транзистора VT1 и прекращению дальнейшей разрядки аккумулятора G1. Возможность зарядки сохраняется. После того, как напряжение на выводе V_{cell} превысит порог U_2, на выводе DO вновь возникнет высокий уровень.

В состоянии запрета разрядки аккумулятора ток, потребляемый микросхемой, резко снижается, так как большинство ее внутренних узлов переходит в пассивное состояние. Небольшое приращение напряжения на выводе P-, вызванное подключением аккумулятора к ЗУ, снова активизирует микросхему.

Временные диаграммы напряжения на различных выводах микросхемы и тока в цепи аккумулятора G1 показаны на **рис. 4** и **5**. Первый из них иллюстрирует работу узла защиты аккумулятора от перезарядки и превышения допустимого зарядного тока, а второй — от чрезмерной разрядки и превышения допустимого разрядного тока.

Защита от превышения разрядного тока и замыкания выводов аккумулятора

Этот узел действует, когда открыты оба транзистора — VT1 и VT2. Как только падение напряжения на них превысит любое из пороговых значений U_3 или U_5, на выводе DO установится низкий уровень, закрывающий транзистор VT1. Задержка его закрывания при превышении тока разрядки равна приблизительно 12 мс, а при замыкании выводов аккумулятора — 0,4 мс. Это намного меньше задержки срабатывания узла защиты от чрезмерной разрядки.

В результате узел токовой защиты срабатывает первым, предотвращая переход микросхемы в пассивный режим, для выхода из которого необходимо подключать аккумулятор к ЗУ. Для возвращения в исходное состояние после устранения замыкания или перегрузки по току разрядки достаточно, чтобы падение напряжения на имеющемся внутри микросхемы резисторе R_S стало меньше порогового. Этот резистор подключен между выводами Gnd (Общ.) и P- при сработавшем узле токовой защиты и отключен от них во всех других состояниях.

Защита от превышения допустимого зарядного тока

Когда зарядный ток больше допустимого (например, аккумулятор подключен к "чужому" или неисправному ЗУ), отрицательное напряжение на выводе P- ниже порога U_4. Если в течение определенного времени эта ситуация не изменилась, на выводе CO будет установлен низкий уровень, что приведет к закрыванию полевого транзистора VT2 и прекращению зарядки. Для возвращения в исходное состояние необходимо отключить аккумулятор от ЗУ и на некоторое время подключить к нагрузке.

Управление временными задержками

Как отмечалось выше, для изменения состояния микросхемы необходимо действие определенных условий в течение заданных внутренними узлами микросхемы интервалов времени. При необходимости задержку можно отключить, после чего микросхема будет переключаться немедленно после возникновения соответствующего условия (длительность срабатывания узлов и возвращения в рабочий режим не регламентирована). Для этого достаточно вывод DS соединить с выводом V_{cell}. Нормальное состояние вывода DS — неподключенное. Между ним и выводом Gnd в микросхеме предусмотрен внутренний резистор.

Рис. 4

Рис. 5

Зарядка сильно разряженного аккумулятора

Если напряжение между выводами V_{cell} и Gnd микросхемы не менее 1,5 В, на ее выводе CO — высокий уровень, транзистор VT2 открыт. Это позволяет начать зарядку почти полностью разряженного аккумулятора.

Основные технические характеристики

Напряжение питания, В . . . . . .1,5...4,5
Минимальное напряжение на аккумуляторе, при котором можно начать зарядку, В 1,5
Наибольший ток, потребляемый в активном режиме, мкА, при напряжении питания 3,9 В и нулевом напряжении на выводе P- 6

…вое значение ... 3

Наибольший ток, потребляемый в пассивном режиме, мкА, при напряжении питания 2 В ... 0,1

Наибольшее значение напряжения низкого уровня на выходе CO управления транзистором зарядки, В, при напряжении питания 4,5 В и импульсе выходного тока 50 мкА ... 0,5
 типовое значение ... 0,4

Наименьшее значение напряжения высокого уровня на выходе CO управления транзистором зарядки,В, при напряжении питания 3,9 В и импульсе выходного тока –50 мкА ... 3,4
 типовое значение ... 3,7

Наибольшее значение напряжения низкого уровня на выходе DO управления транзистором разрядки, В, при напряжении питания 2 В и импульсе выходного тока 50 мкА ... 0,5
 типовое значение ... 0,2

Наименьшее значение напряжения высокого уровня на выходе DO управления транзистором разрядки, В, при напряжении питания 3,9 В и импульсе выходного тока –50 мкА ... 3,4
 типовое значение ... 3,7

Узел защиты от перезарядки

Пороговое напряжение срабатывания U_1 (между выводами V_{cell} и Gnd), В, при сопротивлении резистора R2 (рис. 3) 330 Ом и температуре окружающей среды в пределах –5...+55 °С для
 NCP802SN1T1,
 NCP802SAN1T1 ... 4,32...4,38
 типовое значение ... 4,35
 NCP802SAN5T1 ... 4,245...4,305
 типовое значение ... 4,275

Пороговое напряжение срабатывания U_1, В, при сопротивлении резистора R2 330 Ом и температуре окружающей среды +25 °С для
 NCP802SN1T1,
 NCP802SAN1T1 ... 4,325...4,375
 типовое значение ... 4,35
 NCP802SAN5T1 ... 4,25...4,3
 типовое значение ... 4,275

Задержка срабатывания $t_{з1}$, с, при увеличении напряжения питания (на выводе V_{cell}) от 3,6 до 4,4 В, для
 NCP802SN1T1,
 NCP802SAN1T1 ... 0,175...0,325
 типовое значение ... 0,25
 NCP802SAN5T1 ... 0,7...1,3
 типовое значение ... 1

Задержка возвращения $t_{в1}$ в рабочий режим, мс, при напряжении питания 4 В и увеличении падения напряжения на датчике тока R1 от нуля до 1 В ... 11...21
 типовое значение ... 16

Узел защиты от переразрядки

Пороговое напряжение срабатывания U_2 (между выводами V_{cell} и Gnd), В, для
 NCP802SN1T1,
 NCP802SAN1T1 ... 2,34...2,46
 типовое значение ... 2,4
 NCP802SAN5T1 ... 2,24...2,36
 типовое значение ... 2,3

Задержка срабатывания $t_{з2}$, мс, при уменьшении напряжения питания от 3,6 до 2,2 В ... 14...26
 типовое значение ... 20

Задержка возвращения $t_{в2}$ в рабочий режим, мс, при напряжении питания 3 В и уменьшении падения напряжения на датчике тока от 3 В до нуля ... 0,7...1,7
 типовое значение ... 1,2

Узел защиты от превышения тока разрядки

Пороговое напряжение U_3 на датчике тока, В, для
 NCP802SN1T1,
 NCP802SAN1T1 ... 0,18...0,22
 типовое значение ... 0,2
 NCP802SAN5T1 ... 0,08...0,12
 типовое значение ... 0,1

Задержка срабатывания $t_{з3}$, мс, при напряжении питания 3 В и увеличении падения напряжения на датчике тока от нуля до 1 В для
 NCP802SN1T1,
 NCP802SAN1T1 ... 8...16
 типовое значение ... 12
 NCP802SAN5T1 ... 4..8
 типовое значение ... 6

Задержка возвращения $t_{в3}$ в рабочий режим, мс, при напряжении питания 3 В и уменьшении падения напряжения на датчике тока от 3 В до нуля ... 0,7...1,7
 типовое значение ... 1,2

Узел защиты от превышения тока зарядки

Пороговое напряжение U_4 на датчике тока, В, при уменьшении падения напряжения на нем ... –0,13...–0,07
 типовое значение ... –0,1

Задержка срабатывания $t_{з4}$, мс, при напряжении питания 3 В и уменьшении падения напряжения на датчике тока от нуля до –1 В для
 NCP802SN1T1,
 NCP802SAN1T1 ... 11...21
 типовое значение ... 16
 NCP802SAN5T1 ... 5...11
 типовое значение ... 8

Задержка возвращения $t_{в4}$ в рабочий режим, мс, при напряжении питания 3 В и увеличении падения напряжения на датчике тока от –1 В до нуля ... 0,7...1,7
 типовое значение ... 1,2

Узел защиты от замыкания внешних выводов

Пороговое напряжение U_5 на датчике тока, В, при напряжении питания 3 В ... $U_{пит}$–(1,4...1,8)
 типовое значение ... $U_{пит}$ –1,1

Задержка срабатывания $t_{з5}$, мс, при напряжении питания 3 В и увеличении падения напряжения на датчике тока от нуля до 3 В ... 0,25...0,6
 типовое значение ... 0,4

Сопротивление между выводами P- и Gnd после срабатывания узла токовой защиты, кОм, при напряжении питания 3,6 В и падении напряжения на датчике тока 1 В ... 15...45
 типовое значение ... 30

Узел управления задержками

Напряжение на входе DS, отключающее задержки, В ... $U_{пит}$+(–0,5...+0,3)

Напряжение на неподключенном входе DS, В, при напряжении питания 3,6...4,4 В ... 1,05...($U_{пит}$–1,1)

Сопротивление внутреннего резистора между выводами DS и Gnd, МОм ... 0,5...2,5
 типовое значение ... 1,3

Предельно допустимые значения

Напряжение, В, между выводами V_{cell} и Gnd (напряжение питания), а также между выводами DS и Gnd, DO и Gnd ... –0,3...+12

Напряжение, В, между выводами P- и Gnd, а также между CO и P- ... $U_{пит}$+(–28...+0,3)

Наибольшая рассеиваемая мощность, мВт ... 150

Рабочий интервал температуры кристалла, °С ... –40...+85

Температура хранения, °С ... –55...+125

При неподключенном выводе DS, если не указано иного.

Кроме указанных выше, та же фирма выпускает серию микросхем MC33349N, отличающихся от NCP802SN1T1 в основном только значениями трех параметров:

Пороговое напряжение срабатывания U_1, В (типовое значение) при сопротивлении резистора R2 330 Ом и температуре окружающей среды +25 °С, для
 MC33349N-3R1,
 MC33349N-4R1 ... 4,25
 MC33349N-7R1 ... 4,35

Пороговое напряжение срабатывания U_2, В (типовое значение) ... 2,5

Пороговое напряжение U_3 на датчике тока, В (типовое значение), для
 MC33349N-3R1,
 MC33349N-7R1 ... 0,2
 MC33349N-4R1 ... 0,075

В маркировке на корпусе этих микросхем вместо KN нанесено цифробуквенное обозначение: A1 — для MC33349N-3R1, A2 — MC33349N-4R1 и A0 — MC33349N-7R1.

Емкость конденсатора C2 изготовитель не указывает.

Материал подготовил А. Долгий

г. Москва

(Окончание следует)

Редактор — Л. Ломакин, графика — Л. Ломакин